

EXERCÍCIOS DE TRATO VOCAL SEMIOCLUÍDO: REVISÃO DE LITERATURA

Semiocluded vocal tract exercises: literature review

Carla Aparecida Cielo⁽¹⁾, Joziane Padilha de Moraes Lima⁽²⁾,
Mara Keli Christmann⁽³⁾, Ricardo Brum⁽⁴⁾

RESUMO

Este trabalho tem como tema os exercícios de trato vocal semiocluído (ETVSO) e procura sintetizar e organizar, por meio de revisão de literatura, informações sobre noções físicas e de anatomofisiologia subjacentes aos ETVSO e seus diferentes tipos, com descrição, aplicabilidades clínicas, restrições, tempo de realização, efeitos e eficácia. Os ETVSO são realizados com alguma oclusão no trato vocal que modifica a impedância acústica e gera ressonância retroflexa, afastando as pregas vocais na vibração, reduzindo os riscos de trauma e equilibrando as pressões sub e supraglótica, com economia vocal; tipos: vibração de lábios e de língua, sons fricativos, /b/ prolongado, *humming*, firmeza glótica, constrição labial e fonação em tubos; são utilizados em distúrbios vocais, incluindo a hipernasalidade, no aquecimento e aperfeiçoamento vocal; a fonação com tubo imerso a 15cm em água somente deve ser utilizada em disfonias hipocinéticas; não há definição científica quanto ao tempo de execução; os efeitos positivos gerados são a melhora da propriocepção, dos aspectos vocais perceptivo-auditivos e acústicos e mudanças no trato vocal; os estudos realizados com ressonância magnética e tomografia computadorizada verificaram modificações no trato vocal após a técnica de fonação em tubos, tais como área central mais alargada, firme fechamento do esfíncter velofaríngeo, diminuição da região do esfíncter velofaríngeo, epiglote em posição vertical, língua mais elevada posteriormente, expansão das áreas transversais da orofaringe e da cavidade oral; não foram encontrados estudos sobre eficácia dos ETVSO.

DESCRITORES: Voz; Treinamento da Voz; Qualidade da Voz

■ INTRODUÇÃO

O trabalho fonoaudiológico com pacientes disfônicos constitui-se de abordagens envolvendo orientações, psicodinâmica e treinamento vocal por meio de métodos e exercícios vocais^{1,2}.

Muitos autores têm descrito os efeitos de exercícios usados na reabilitação das disfonias, tais como as técnicas de vibração de lábios e de língua, sons fricativos, /b/ prolongado, *humming*, firmeza glótica, constrição labial e fonação em tubos³⁻⁹. Essas técnicas têm em comum o fato de serem realizadas com algum tipo de oclusão no trato vocal, portanto classificados como Exercícios de Trato Vocal Semiocluído (ETVSO).

Em geral, os ETVSO trazem diversos benefícios aos pacientes da clínica de voz, pois facilitam a interação fonte e filtro, reduzindo os riscos de trauma durante a vibração das pregas vocais, uma vez que a energia retroflexa gerada por tais exercícios propiciam o afastamento das pregas vocais durante a vibração^{4-6,10,11}. Os ETVSO têm sido utilizados em casos de distúrbios vocais e aquecimento vocal e

⁽¹⁾ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁽²⁾ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁽³⁾ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁽⁴⁾ Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.

Fonte de auxílio: CNPq; CAPES
Conflito de interesses: inexistente

até mesmo para fins de aperfeiçoamento vocal em sujeitos sem distúrbio vocal^{3,6,9,12}

Assim, este trabalho visa, por meio de revisão da literatura, sintetizar e organizar as informações sobre as noções físicas e de anatomofisiologia subjacentes aos ETVSO e seus diferentes tipos, com descrição, aplicabilidades clínicas, restrições, tempo de realização, efeitos e eficácia.

■ MÉTODOS

Para obtenção dos dados bibliográficos, realizou-se pesquisa em livros, teses, dissertações, monografias e artigos de periódicos científicos nas línguas português, inglês e espanhol publicados pelas bases de dados LILACS, PubMed, SciELO, periódicos Capes e MedLine. Foram analisados estudos com data de publicação compreendida entre o período de 2001 e 2011.

Para a busca, foram utilizadas as palavras-chave: voz, *voice*, técnicas vocais, terapia vocal, *voice therapy*, prega vocal, *vocal folds* e disfonia. Foram avaliados e selecionados apenas os estudos cujo título, resumo ou corpo do artigo estivesse de acordo com o objeto do presente estudo.

A análise dos resultados foi realizada conforme os dados encontrados para os objetivos do estudo, agrupando-os em dois tópicos: noções físicas e anatomofisiológicas envolvidas na realização dos ETVSO e descrição dos estudos com ETVSO. A discussão de cada tópico deteve-se em verificar os aspectos mais relevantes, relacionando-os com suas fontes.

■ REVISÃO DA LITERATURA

A partir da metodologia aplicada, foram selecionadas 34 referências bibliográficas, uma dissertação, quatro livros nacionais, oito artigos nacionais, 20 artigos internacionais e um trabalho apresentado em congresso.

Noções físicas e anatomofisiológicas envolvidas na realização dos ETVSO

A teoria não-linear da produção da voz sugere que o trato vocal, além de servir como um filtro do som produzido na fonte glótica, também atua como modificador dos padrões de vibração das pregas vocais por meio da modificação da impedância acústica do filtro vocal. Em outras palavras, ocorre um *biofeedback* entre o filtro vocal e a fonte e, assim, aumento da interação entre fonte e filtro^{5,6,11,13,14}

A impedância pode ser definida como a resposta de um sistema passivo a algum tipo de excitação. Um sistema passivo é aquele que não fornece

energia, apenas recebe energia de uma fonte ou de outro sistema e a transmite. Desse modo, pode-se interpretar a impedância, em termos gerais, como a resistência de um sistema ao fluxo de energia¹⁵

A impedância é composta por componentes reativos e resistivos. O componente reativo está associado à troca de energia entre sistemas. Um sistema tem a capacidade de armazenar energia e devolvê-la para o outro que a forneceu. Esse processo caracteriza os comportamentos reativos que ocorrem no trato vocal, também conhecidos como ressonância retroflexa, energia que retorna à glote durante a realização dos ETVSO¹⁶ O trato vocal consiste de um sistema que tradicionalmente recebe e modifica a energia produzida pela glote e que, pelo conceito de ressonância retroflexa, a transmite de volta, devido ao estreitamento do trato vocal que ocorre nos ETVSO.

O componente resistivo da produção vocal, ou seja, o atrito entre a fricção do ar e o trato vocal, está associado à dissipação de energia, que ocorre sob a forma de calor ou outros tipos de energias. Além disso, o componente resistivo é responsável por auxiliar a vibração das pregas vocais, pois modifica a forma da onda mucosa, aumentando o nível de pressão sonora transglótico gerado em decorrência da ressonância retroflexa que atinge as pregas vocais⁹, sendo de grande interesse para aplicação na área de voz³

Diversos autores se referem à ressonância retroflexa como sendo de fundamental importância para a voz, pois modifica o padrão de vibração das pregas vocais e possibilita uma fonação mais econômica^{6,9,11,17}

O efeito resistivo da glote pode ser explicado da seguinte maneira: quando as pregas vocais começam a se afastar no início de uma oscilação, o fluxo aéreo passa entre elas, pressionando a coluna de ar imóvel da supraglote. A inércia dessa coluna de ar estacionária aumenta a pressão de ar na glote, o que afasta ainda mais as pregas vocais¹⁶

Então, os pulmões começam a exercer maior pressão de ar, aumentando a pressão subglótica. Conforme a coluna de ar se move, o recuo elástico das pregas vocais gera um vácuo parcial na glote, induzindo-as a se aproximarem novamente, interrompendo o fluxo de ar (fenômeno de *Bernoulli*)¹⁶

A soma de todos os componentes resistivos e reativos é chamada de impedância. Dessa forma, a resistência (componentes resistivos) é a parte da impedância que não depende da frequência, mas da densidade do meio e, conseqüentemente, da velocidade de propagação do som nesse meio. A reatância acústica (componentes reativos) é a parte da impedância que está relacionada com a frequência do movimento resultante (onda sonora

que se propaga), sendo proveniente do efeito produzido pela massa e pela elasticidade do meio material sobre o movimento ondulatório¹⁶.

Na produção vocal, existem pontos que alteram a impedância acústica, os dois principais são a glote e o trato vocal. O primeiro deles é definido como a relação entre a pressão aérea subglótica e o fluxo de ar que passa entre as pregas vocais, enquanto o segundo refere-se à relação entre a pressão acústica do trato vocal e o fluxo de ar resultante do mesmo^{3,11}.

Muitos efeitos vocais relacionados à impedância acústica do trato vocal ainda não são totalmente claros na literatura, entretanto, sabe-se que o aumento dessa impedância é benéfico para a voz nos ETVSO^{3,6,9,11,17}.

No trato vocal, a impedância pode ser aumentada de duas maneiras básicas: por meio de estreitamento do seu diâmetro ou aumento do seu comprimento. Certos exercícios vocais envolvem constricção anterior com os lábios semiocluídos. Esse é o caso dos sons fricativos ou do alongamento do trato vocal, como a fonação em tubos de ressonância^{6, 9, 10, 12,18-20}.

O aumento da impedância do trato vocal, por meio da semioclusão dos lábios, atua como um mecanismo de proteção da glote, pois ocorre aumento da pressão aérea na região supraglótica que, conseqüentemente, eleva a pressão em nível glótico. Isso tende a afastar as pregas vocais e reduzir o impacto quando entram em contato medialmente, equilibrando as pressões no nível da glote e do trato vocal (interação fonte e filtro – ressonância retroflexa). O mecanismo contrário ocorre nos sons com articulação mais aberta, nos quais há aumento da pressão subglótica e diminuição da pressão supraglótica, ocorrendo maior esforço em nível glótico^{3,6,10-12,21}.

Assim, autores reforçam que o objetivo do treinamento vocal é promover a interação entre fonte e filtro, bem como aumentar a pressão sonora, a eficiência e a economia da voz^{3,4,6,17,20}.

O trato vocal é um sistema de paredes curvas e a distância entre suas paredes é variável. Portanto, várias ondas estacionárias de frequências diferentes serão estabelecidas. As ondas estacionárias representam as frequências que foram refletidas ao encontrar uma barreira que, no caso dos ETVSO, é a oclusão parcial do trato vocal¹.

A ressonância ocorre no trato vocal quando o valor da reatância é zero, e a impedância fica restrita somente às componentes resistivas, quando quase toda a energia é dissipada no trato vocal por meio de vários mecanismos de resistência, de modo que quase nenhuma é armazenada (parte reativa da impedância)¹.

Quando a onda sonora tem compatibilidade com as dimensões e características do trato vocal, ou seja, quando há um ajuste perfeito entre o comprimento de onda e as dimensões do tubo, a onda sonora excita o efeito de ressonância. O conjunto de ondas sonoras enfatizadas chama-se Formante (F), considerado como ressonância do trato vocal^{22,23}.

Pesquisa mostra que ocorrem alterações na postura do trato vocal após os ETVSO, o que, conseqüentemente, modifica a ressonância e as demais características do som irradiado pelos lábios²⁴.

Com base na literatura consultada, verifica-se uma nova teoria que afirma a influência do filtro vocal sobre a fonte glótica, por meio da ressonância retroflexa, modificando as características de vibração das pregas vocais por meio do aumento da impedância do trato vocal no momento da emissão sonora. Esta teoria sustenta o conceito dos ETVSO.

Descrição dos estudos com ETVSO

Os ETVSO são exercícios vocais produzidos por meio da semioclusão do trato vocal, como ocorre na vibração de lábios e de língua, sons fricativos sonoros, exercício do /b/ prolongado, *humming*, firmeza glótica, constricção labial, *finger kazoo* e fonação em tubos³⁻⁹.

A literatura aponta que os ETVSO melhoram a propriocepção, aumentando as sensações durante e após os exercícios^{3,6,9,18,19,25,26}. Durante os ETVSO, a primeira sensação é a de pressão atrás do ponto de estreitamento do trato vocal, normalmente os lábios, possivelmente relacionada à percepção da resistência para realizar a emissão sonora³.

Durante a produção dos ETVSO, é provável que ocorra também um estreitamento da epilaringe, mantendo-se como um ponto de semioclusão no trato vocal ao finalizar a técnica. Desta forma, os efeitos podem se tornar mais permanentes, mesmo quando o paciente passa a falar com articulação mais aberta. Para que ocorra essa preservação dos efeitos positivos na voz durante a fala habitual, é importante que o paciente possa sentir como ocorre a emissão da técnica de forma adequada³.

Durante a execução dos ETVSO, os sujeitos percebem vibrações distintas e ressonância nas estruturas orofaciais e por vezes no peito, além de pressão na laringe. Tais sensações possuem um significado importante na terapia fonoaudiológica, pelo fato de resultarem em motivação para o paciente, pois ele percebe mudanças na produção vocal^{25,26}.

Após a execução dos ETVSO, alguns efeitos sensoriais esperados são de redução da pressão fonatória, do fluxo glótico e, ao mesmo tempo, de voz rica em harmônicos. Espera-se que o sujeito

consiga perceber como ocorre a produção vocal econômica e transpor a diferentes situações em que faz uso da voz, como no cotidiano, durante a fala e o canto^{6,18,19}

Na prática clínica fonoaudiológica, pode-se perceber que grande parte dos exercícios utilizados na terapia de voz são ETVSO, e que, de acordo com os estudos realizados, tais exercícios têm gerado modificações positivas na voz, após a sua execução^{6-8, 27,28}

Os ETVSO têm sido foco de diversos estudos, principalmente nos últimos anos, que buscam esclarecer os efeitos e o tempo de execução necessário para promover benefícios vocais^{6-8,27,28}

Por meio da presente revisão de literatura, foram identificadas as pesquisas realizadas nos últimos anos com os ETVSO. Dessa forma, os estudos foram organizados em uma figura (Figura 1), favorecendo a análise comparativa das metodologias, resultados e limitações de cada um.

Estudo	Autores	Técnicas usadas	Tempo de execução das técnicas	Resultado
Efeitos da técnica fonoterapêutica de fricativo sonoro /Z/ na voz: análise de um caso	Cielo, Siqueira, D'avila (2005)	Fricativo sonoro /Z/	Duas séries de 15 repetições (aproximadamente três minutos) com um minuto de repouso entre elas	Após avaliação eletroglotográfica, perceptivo-auditiva e autoavaliação vocal, constatou-se redução do ruído glótico, melhora da relação harmônico-ruído, diminuição do cociente de contato entre as pregas vocais; melhora do tipo de voz e da ressonância e sensação subjetiva de voz mais clara e limpa.
<i>Vocal and laryngeal effects of voiced tongue vibration technique according to performance time</i>	Menezes, Duprat, Costa (2005)	Vibração sonorizada de língua	Quatro etapas: um minuto e as demais durante dois minutos	Na avaliação perceptivo-auditiva, a voz das mulheres ficou melhor no terceiro minuto. Nos homens, as modificações vocais surgiram após o quinto minuto de execução. As sensações desagradáveis e sinais laringoscópicos, como hiperemia e muco, aumentaram proporcionalmente ao aumento do tempo da execução da técnica em ambos os sexos.
Técnica de vibração de língua: aspectos do aprendizado, dos efeitos acústicos e do trato vocal e da face	Bueno <i>et al.</i> (2006)	Vibração sonorizada de língua	Um minuto e meio	Houve suavização do ataque vocal, aumento do número de harmônicos e melhora significativa do traçado espectrográfico. No trato vocal, ocorreu vibração de todo arcabouço laríngeo, com abaixamento da laringe em alguns sujeitos.
<i>High-speed registration of phonation-related glottal area variation during artificial lengthening of the vocal tract</i>	Laukkanen <i>et al.</i> (2007)	Fonação em tubos (plástico com 2cm de diâmetro e com diferentes comprimentos 30, 60 e 100cm)	Estudo não menciona o tempo de execução	Verificou-se que, nos tubos mais longos, houve maior redução da frequência fundamental (f0). O tempo de adução glótica foi menor quando comparado com o mais curto, sugerindo que os tubos mais longos exigem aumento do esforço de compensação e maior atividade dos músculos expiratórios, a pressão subglótica foi maior e a amplitude do sinal da eletroglotografia foi menor.
Utilização da técnica de firmeza glótica nas laringectomias parciais horizontais supracricoides.	Vieira <i>et al.</i> (2008)	Firmeza glótica	Dois minutos	Melhora na qualidade vocal e aumento da amplitude da vibração das estruturas supraglóticas.
<i>Effects of a semioccluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject</i>	Laukkanen <i>et al.</i> (2008)	Fonação em tubos de plástico e de vidro com comprimentos de 14 a 55cm e diâmetros de 2,5 a 7mm	Cinco emissões em cada tubo	Verificou-se que a atividade desses músculos foi significativamente maior durante e após a fonação em tubos e a atividade do músculo TA foi maior nas vogais fechadas /i,u/ do que na vogal /a/ durante a execução da técnica.

Estudo	Autores	Técnicas usadas	Tempo de execução das técnicas	Resultado
<i>The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient</i>	Gaskill, Erickson (2008)	Vibração sonorizada de lábios	Um minuto	Durante a técnica, a maioria dos sujeitos apresentou redução do coeficiente de fechamento glótico, com uma mudança mais acentuada nos sujeitos não treinados.
Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semioclusivo	Sampaio, Oliveira, Behlau (2008)	Fonação em canudos (plástico, com 8,7cm de comprimento e 1,5mm de diâmetro) e <i>finger kazoo</i>	Cada exercício com duração de um minuto foi realizado duas vezes pelos sujeitos	Na autoavaliação vocal, os efeitos mais relatados foram voz mais clara, forte e fala mais fácil. E, na análise perceptivo-auditiva, os melhores efeitos vocais ocorreram após a fonação em canudos. Além de redução da f0 após ambos os exercícios.
Modificações laríngeas e vocais produzidas pela técnica de vibração sonorizada de língua	Schwarz, Cielo (2009)	Vibração sonorizada de língua	Três séries de 15 repetições com 30s de repouso vocal absoluto entre elas	Melhora significativa do tipo de voz, do foco vertical de ressonância, da qualidade vocal, com predomínio de sensações positivas. Aumento significativo da f0, melhora dos aspectos da avaliação espectrográfica e diminuição da constrição medial do vestibulo.
Som fricativo sonoro /Z/: modificações vocais	D'Avila, Cielo, Siqueira (2010)	Fricativo sonoro /Z/	Dois séries de 15 repetições com um minuto de repouso vocal absoluto entre elas	Melhoras significantes quanto à autoavaliação vocal; quanto à espectrografia, com maior definição de harmônicos e de formantes, diminuição do ruído e maior regularidade do traçado. Quanto ao tipo de voz na avaliação perceptivo-auditiva, evidenciou-se alguma relação entre filtro, fonte e sensações vocais subjetivas, embora não tenham sido verificadas mudanças nas medidas acústicas de fonte glótica e na eletroglotografia.
<i>Comparative analysis of the closed quotient for lip and tongue trills in relation to the sustained vowel /ε/</i>	Cordeiro et al. (2010)	Vibração sonorizada de lábios e língua	Uma repetição em intensidade grave e uma repetição de intensidade aguda de cada exercício (vibração de lábios, vibração de língua, e dos fricativos sonoros)	O cociente de fechamento glótico foi maior em indivíduos que possuíam maior tempo de treinamento vocal. Os autores ressaltam a importância entre a interação mecânica de fonte e filtro, considerando o benefício quanto à diminuição da sobrecarga durante a adução das pregas vocais.
Avaliação da <i>performance</i> vocal antes e após a vibração sonorizada de língua	Azevedo et al. (2010)	Vibração sonorizada de língua	Três etapas: um, três e cinco minutos	Com um minuto de execução da técnica, houve aumento na intensidade vocal e, com três minutos, houve aumento significativo da f0. Sem diferença nos demais parâmetros acústicos em relação aos períodos analisados.
Efeito imediato do exercício de sopro sonorizado na voz do idoso	Siracusa et al. (2011)	Sopro sonorizado	Um minuto	Voz melhor após o exercício na análise perceptivo-auditiva.
<i>The Relationship Between Tongue Trill Performance Duration and Vocal Changes in Dysphonic Women</i>	Menezes et al. (2011)	Vibração sonorizada de língua	Quatro etapas: um minuto, três, cinco e sete minutos.	A melhor voz foi considerada melhor após cinco minutos de execução da técnica. Após sete minutos, houve um aumento da tensão vocal e uma queda na qualidade vocal.

Estudo	Autores	Técnicas usadas	Tempo de execução das técnicas	Resultado
<i>The effect of phonation into a straw on the vocal tract adjustments and formant frequencies. A preliminary MRI study on a single subject completed with acoustic results</i>	Laukkanen <i>et al.</i> (2011)	Fonação em tubos (plástico com 15cm de comprimento e 5mm de diâmetro)	Realização da fonação em tubos duas vezes	Aumento de F3 e redução de F2, F4 e F5. As diferenças entre as frequências F2-F1, F4-F3, F5-F4 também diminuíram, o nível de pressão sonora (NPS) aumentou. Nos demais sujeitos da pesquisa, as mudanças foram menores, comparando com o sujeito supracitado, sendo que as mudanças do NPS não foram significantes. O F3 aumentou, e o F4 diminuiu significativamente após a execução da técnica, e a diferença entre F4 -F3 também diminuiu significativamente. Com relação à ressonância magnética, verificou que, durante a realização da técnica, a área central do trato vocal mostrou-se mais alargada, quando comparada com a posição na emissão da vogal /a/ anterior à técnica.
<i>Vocal tract changes caused by phonation into a tube: a case study using computer tomography and finite-element modeling</i>	Vampola <i>et al.</i> (2011)	Fonação em tubos (vidro, 27cm de comprimento e 8-9mm de diâmetro)	Cinco minutos	Houve elevação do véu palatino durante a execução da técnica, permanecendo após execução; o espaço do trato vocal aumentou consideravelmente após a técnica; a posição da língua também se modificou durante e após a execução da técnica, apresentando-se mais elevada na região posterior, além disso, houve expansão das áreas transversais da orofaringe e da cavidade oral.
Efeitos imediatos do exercício de fonação no canudo	Costa <i>et al.</i> (2011)	Fonação em canudos	Um minuto	A autoavaliação vocal mostrou efeitos positivos, predominando significativamente sobre os negativos (voz mais fácil e melhor), em ambos os grupos. Na análise acústica e na avaliação visual da laringe, não houve modificações estatisticamente significantes, os autores sugerem que tal inalteração possa estar relacionada ao tempo de execução insuficiente, além disso, o grupo com lesão foi bastante heterogêneo, com diferentes tipos de lesões laríngeas.

Figura 1 – Descrição de estudos sobre ETVSO

Com base em um estudo, verifica-se que as pesquisas com a técnica de fonação em tubos foram iniciadas na década de 1960, na Finlândia, pelo professor Sovijärvi, pioneiro na utilização da fonação em tubos de ressonância. Sovijärvi realizou um estudo com 700 pacientes e obteve resultados positivos. O professor finlandês utilizou a fonação em tubos inicialmente com crianças que apresentavam tipo de voz hipernasal e, posteriormente, começou a utilizá-la com cantores que apresentavam disfonia²⁵.

Verifica-se, apesar de os estudos com ETVSO estarem sendo realizados há algum tempo, que ainda não há consenso na literatura a respeito de todos os seus efeitos na voz. Em relação à execução dos exercícios, as principais dúvidas existentes na prática clínica fonoaudiológica dizem respeito ao tempo de execução do exercício e quantas vezes por semana eles devem ser realizados.

Em estudo realizado com 30 sujeitos, 15 do sexo feminino e 15 do sexo masculino, sem queixas vocais e afecções laríngeas, a vibração sonorizada

de língua (VSL) foi realizada em quatro etapas, sendo a primeira com o tempo de execução de um minuto, e as demais com tempo de dois minutos. Realizou-se avaliação videolaringoscópica e perceptivo-auditiva da voz, e os sujeitos referiram as sensações subjetivas percebidas após a execução. Na avaliação perceptivo-auditiva, as mulheres apresentaram melhores resultados no terceiro minuto, sendo que nos homens as melhoras vocais surgiram após o quinto minuto de execução. As sensações desagradáveis e os sinais laringoscópicos, como hiperemia e muco, aumentaram proporcionalmente ao tempo da execução da técnica em ambos os sexos²⁹.

Outro estudo também verificou o tempo ideal de execução da VSL necessário para interferir nas medidas de perturbação de curto prazo, de f_0 e de pressão sonora em 43 indivíduos do sexo feminino, comparando os resultados da análise acústica em relação ao tempo de execução de um, três e cinco minutos da técnica. Os resultados mostraram que três minutos são suficientes para alterar a f_0 , um minuto é suficiente para aumentar a pressão sonora, e que os parâmetros de variabilidade da frequência, *jitter*, *shimmer*, e irregularidade não apresentaram diferenças entre os períodos analisados⁸.

Um estudo usou imagens do trato vocal por meio do exame nasofibrolaringoscópico, durante a execução da VSL, além de verificar os aspectos acústicos e perceptivo-auditivos da voz. Após um minuto e meio, não houve mudanças do *pitch*, mas houve suavização do ataque vocal, aumento do número de harmônicos e melhora significativa do traçado espectrográfico. No trato vocal, houve vibração de todo arcabouço laríngeo, com abaixamento da laringe em alguns sujeitos, devido à variação discreta do tom utilizado durante a realização da técnica³⁰.

Em pesquisa realizada com mulheres sem queixas vocais e sem afecções laríngeas, com a técnica de VSL executada em três séries de 15 repetições, o tempo de cada repetição foi cronometrado em segundos e somado (para cada sujeito) para evidenciar o tempo de prática da técnica. Encontrou-se melhora significativa do tipo de voz, do foco vertical de ressonância, da qualidade vocal, com predomínio de sensações positivas referidas, mas sem mudanças das imagens laríngeas quanto ao fechamento glótico, amplitude e simetria de vibração das pregas vocais. Também houve aumento significativo da f_0 , melhora dos aspectos da avaliação espectrográfica e melhora da constrição medial do véstíbulo, conforme o aumento do tempo de execução da técnica. Isso indica que tal técnica ocasiona modificações sobre a fonte glótica e sobre o filtro ressonantal⁷.

Realizou-se estudo de caso com mulher de 27 anos de idade sem queixas vocais e afecções laríngeas, usando a técnica do som fricativo /Z/ em duas séries de 15 repetições (aproximadamente três minutos), com um minuto de repouso absoluto entre elas. Após avaliação eletroglotográfica, perceptivo-auditiva e autoavaliação vocal, constatou-se redução do ruído glótico, melhora da relação harmônico-ruído, diminuição do cociente de contato entre as pregas vocais; melhora do tipo de voz e da ressonância; e sensação subjetiva de voz mais clara e limpa. Os autores sugerem que tais mudanças podem ocorrer devido à mobilização da mucosa das pregas vocais com maior periodicidade vibratória, diminuindo o ruído glótico, além de ter gerado normotensão muscular e diminuição do contato medial entre as pregas vocais, gerando menor esforço fonatório³¹.

Após a utilização do fricativo sonoro /Z/, em dez mulheres sem alterações vocais ou laríngeas, houve melhoras estatisticamente significantes quanto à autoavaliação vocal e à espectrografia, com maior definição de harmônicos e de formantes, diminuição do ruído e maior regularidade do traçado. Quanto ao tipo de voz, na avaliação perceptivo-auditiva, evidenciou-se alguma relação entre filtro, fonte e sensações vocais subjetivas, embora não tenham sido verificadas mudanças nas medidas acústicas de fonte glótica e na eletroglotografia³².

Nos últimos anos, também tem aumentado o número de estudos realizados com os tubos de ressonância, propostos pelo professor finlandês Sovijärvi em 1969²⁵. Durante suas pesquisas, Sovijärvi utilizou vários tamanhos de tubos, diferindo no comprimento e diâmetro. A partir disso, verificou que a espessura do vidro deveria apresentar 1mm; o diâmetro interno 8mm para crianças e 9mm para adultos; e o comprimento deveria ser de 24 a 26cm para crianças e 28cm para adultos^{24,26}. Tais constatações tiveram base em estudos de raio-x sobre a área da bifurcação da traqueia até os dentes, dobrando o valor deste comprimento²⁵.

Atualmente, a fonação em tubos é descrita na literatura de três maneiras, podendo ser com o tubo de vidro de Sovijärvi (com diferentes diâmetros e comprimentos, dependendo do objetivo proposto) com uma das extremidades imersa em recipiente com água. Outra forma ocorre com um tubo de plástico de pequeno diâmetro e comprimento, que é mantido entre os dentes, paralelo ao chão e, por fim, utilizando-se um tubo de látex com uma extremidade imersa em água, todas as formas produzindo um alongamento do trato vocal¹⁰.

Por meio de autoavaliação vocal, avaliação perceptivo-auditiva e análise acústica da voz, um estudo comparou os efeitos das técnicas *finger*

kazoo e fonação com canudo em mulheres sem afecções laringeas. Os resultados mostraram que as sensações mais relatadas em ambas as técnicas foram: voz mais clara, forte e fala mais fácil. Na análise perceptivo-auditiva, a maioria dos trechos pós-fonação foi considerada melhor, tanto na emissão da vogal /e/ quanto na fala encadeada. Na avaliação acústica, observou-se redução da f0 após ambos os exercícios⁶.

A diminuição da f0 neste estudo pode ser justificada pelo possível abaixamento da laringe durante a execução de ambas as técnicas. Os autores referem que tais resultados podem relacionar-se à redução da tensão, aos ajustes no trato vocal e à reatância^{6,12}.

A fonação com tubos em recipientes com água pode ser realizada com o tubo imerso em diferentes profundidades, conforme o problema vocal ou laríngeo apresentado pelo paciente. A pressão exercida pela água relaciona-se com a profundidade, ou seja, quanto maior a profundidade em que o tubo estiver, maior será a pressão exercida e a resistência oferecida à emissão. Com isso, nos casos de disфония hipocinética, recomenda-se que o tubo seja imerso a 15cm abaixo da superfície, e que o sopro sonorizado seja curto e realizado por mais vezes. Nos casos de aperfeiçoamento vocal ou patologias, como nódulos vocais, voz de bandas e laringite crônica, por exemplo, o tubo deve ficar imerso a 2cm abaixo da superfície, sendo o sopro sonorizado sustentado por maior tempo²⁵.

Realizou-se estudo com um indivíduo adulto do sexo feminino sem queixas vocais e sem afecção laríngea, no qual foi analisada a atividade elétrica dos músculos laríngeos tireoaritenóideo (TA), crico-tireóideo (CT) e cricoaritenóideo lateral (CAL) por meio de eletromiografia antes, durante e após a fonação em tubos de plástico e de vidro com comprimentos de 14 a 55cm e diâmetros de 2,5 a 7mm. Verificou-se que a atividade desses músculos foi significativamente maior durante e após a fonação em tubos e a atividade do músculo TA foi maior nas vogais fechadas /i,u/ do que na vogal /a/ durante a execução da técnica¹⁰.

Realizou-se pesquisa com uma mulher de 48 anos de idade, sem afecção laríngea, a fim de verificar as modificações do trato vocal por meio de ressonância magnética (RM) e análise vocal acústica, após duas repetições da técnica de fonação em tubo plástico com 15cm de comprimento e 5mm de diâmetro e cinco minutos após. Dez sujeitos do sexo feminino realizaram apenas a análise acústica para comparação⁹.

O sujeito que realizou RM e análise acústica mostrou discreto aumento de frequência de F3, enquanto F2, F4 e F5 diminuíram; as diferenças

entre as frequências de F2-F1, F4-F3 e F5-F4 também diminuíram depois da técnica; o nível de pressão sonora (NPS) aumentou, e a f0 não variou muito. Durante a realização da técnica, na RM, a área central do trato vocal mostrou-se mais alargada; o formato da língua assemelhou-se à posição realizada na emissão da vogal /u/; o esfíncter velofaríngeo fechou-se firmemente, permanecendo nessa posição após a técnica; e a epiglote assumiu uma posição vertical, permanecendo após execução da técnica⁹.

Nos demais sujeitos, as mudanças vocais acústicas foram menores, sendo que a frequência de F3 aumentou e de F4 diminuiu significativamente, a diferença entre F4-F3 diminuiu expressivamente e as mudanças do NPS não foram significantes⁹.

Estudo de caso com uma mulher de 48 anos de idade usando fonação em tubos de vidro (27cm de comprimento e 8-9mm de diâmetro), utilizou a tomografia computadorizada (TC) para verificar as modificações do trato vocal durante e após a técnica. Houve elevação do véu palatino e elevação da região posterior da língua durante a técnica, permanecendo desse modo depois, além de aumento do espaço do trato vocal e expansão das áreas transversais da orofaringe e da cavidade oral após a técnica²⁴.

Outro estudo realizou eletroglotografia, imagens de alta velocidade das pregas vocais com um endoscópio rígido (*high-speed*) e medida da pressão aérea durante a execução da técnica de fonação em tubos plásticos (2cm de diâmetro e comprimentos de 30, 60 e 100cm) com três sujeitos que realizaram a técnica nos três tubos. Com o tubo mais longo, houve maior redução da f0, o tempo de adução glótica foi menor, a pressão subglótica foi maior e a amplitude do sinal eletroglotográfico foi menor, quando comparado com o mais curto, sugerindo que os mais longos exigem aumento do esforço e maior atividade dos músculos expiratórios⁴.

Estudo analisou as modificações vocais ocasionadas por uma sequência de quatro tipos de exercícios de fonação em tubo de ressonância de 0,3cm de diâmetro interno e 22,8cm de comprimento, em 24 professores disfônicos. O primeiro exercício foi realizado com fonação em *pitch* e *loudness* confortáveis para o sujeito. O segundo foi a produção de glissando ascendente e descendente. O terceiro utilizou incrementos de pressão aérea, usando apoio abdominal, e o quarto foi a produção da melodia da canção "parabéns a você". Cada exercício durou dois minutos e meio e a sequência completa foi produzida em dez minutos. Ocorreu melhora significativa em todos os parâmetros acústicos analisados e a maioria dos

sujeitos relatou efeitos positivos na voz após os exercícios²⁸

Outra pesquisa verificou os efeitos imediatos da execução da técnica de fonação em canudos, em indivíduos com e sem lesão laríngea, após a produção de um minuto da técnica. Na autoavaliação vocal, a maioria significativa referiu efeitos positivos em ambos os grupos. Na análise acústica e na avaliação visual da laringe, não houve modificações significativas e os autores sugerem que isso possa estar relacionado ao tempo de execução insuficiente e ao grupo com lesão ter sido heterogêneo, com diferentes tipos de lesões laríngeas³³

Com base nos estudos encontrados, pôde-se verificar que há maior número de pesquisas realizadas com os exercícios de VSL e fonação em tubos. Nos estudos com a VSL, encontra-se a execução em três séries de 15 repetições⁷, mas também em minutos, sendo que alguns estudos objetivaram verificar o efeito do exercício em relação ao tempo de realização^{8,29}

Nos estudos encontrados na literatura referentes à fonação em tubos, não há consenso entre os autores quanto ao tempo de execução ou ao número de repetições. Além disso, existem poucos estudos e cada um deles diverge na forma de execução da técnica, variando entre: emissão de som sonorizado em tubos de vidro²⁴ ou plástico de maior diâmetro⁹, tubos de plástico de diâmetro menor^{6,33} e emissão em tubos de vidro ou látex de maior diâmetro imersos em recipiente com água²⁵

Pela revisão, nota-se que ainda há carência de estudos longitudinais que comprovem a eficácia dos ETVSO em pacientes com disfonia. Além disso, em alguns estudos, a metodologia da pesquisa não se apresentou suficientemente detalhada e com exposição clara de seus resultados, limitando as possibilidades de replicação do estudo e comprovação de resultados em diferentes populações.

Na literatura, foram encontrados apenas um trabalho que utilizou RM e um que utilizou TC a fim de verificar as modificações no trato vocal, durante e após a fonação em tubos. Torna-se fundamental destacar a importância dessas avaliações, pois, a partir delas, é possível visualizar as modificações do trato vocal proporcionadas pelos ETVSO, as quais podem ser correlacionadas às demais avaliações vocais^{9,24}

Com base na presente revisão de literatura, pôde-se verificar que em todas as pesquisas realizadas com os ETVSO, independentemente do tempo de execução, modificações vocais positivas foram verificadas. Dentre elas, pode-se citar a melhora na voz na autopercepção dos sujeitos^{6,7,10,31,33}; melhora na análise perceptivo-auditiva da voz nos aspectos

ressonância, projeção e tipo de voz^{17,27,29,34}; melhoras nos aspectos acústicos relacionados à voz, tais como redução da f0, após execução da técnica de fonação em tubos, aumento da f0 após a VSL, diminuição de ruído e aumento da energia harmônica, melhora do traçado espectrográfico, aumento do número de harmônicos^{6-9,30}; além aspectos relacionados à mudança do trato vocal, como a elevação do véu palatino e maior fechamento do esfíncter velofaríngeo, elevação da região posterior da língua, ampliação das cavidades oral e orofaríngea, verificados por meio de RM e TC^{9,24}

Tendo em vista tais evidências, é possível que os ETVSO possam ser utilizados com pacientes que apresentam desvios de ressonância, como a hipernasalidade, desvios de f0, e ainda com aqueles que necessitam realizar aquecimento e aperfeiçoamento vocal.

■ CONCLUSÃO

Todos os ETVSO são realizados com algum tipo de oclusão no trato vocal, modificando a impedância acústica do filtro vocal e aumentando a interação entre fonte e filtro, uma vez que a energia retroflexa gerada pela oclusão parcial do trato vocal propicia o afastamento das pregas vocais durante a vibração. Isso reduz os riscos de trauma e equilibra as pressões sub e supraglótica, com conseqüente economia vocal.

Os ETVSO podem ser utilizados em distúrbios vocais, incluindo a hipernasalidade, aquecimento e aperfeiçoamento vocal.

Encontrou-se restrição apenas nos exercícios de fonação com tubos em recipientes com água quanto à profundidade, apontando-se que o tubo imerso a 15cm em recipiente com água somente pode ser utilizado em casos de disfônias hipocinéticas.

Verificou-se que não há definição científica quanto ao tempo ideal de execução para produzir efeitos positivos em cada um dos ETVSO. Alguns autores utilizam três séries de 15 repetições, enquanto outros utilizam o tempo em minutos, variando de um a sete minutos.

Constatou-se, ainda, que a maioria dos trabalhos mostra efeitos positivos gerados pelos ETVSO, como a melhora da propriocepção e do autocontrole vocal, dos aspectos vocais perceptivo-auditivos, nos aspectos ressonância, projeção e tipo de voz; dos aspectos vocais acústicos como redução ou aumento da f0, diminuição de ruído e aumento da energia harmônica, melhora do traçado espectrográfico, aumento do número de harmônicos.

Foram encontrados apenas dois artigos realizados com RM e TC, nos quais foram verificadas

modificações no trato vocal, tais como: alargamento da área central, fechamento firme e diminuição da região do esfíncter velofaríngeo, verticalização da epiglote, elevação da região posterior da língua e expansão das áreas transversais da orofaringe e da cavidade oral.

Entretanto, não foram encontrados estudos a respeito da eficácia ETVSO.

Dentre técnicas de vibração de lábios e de língua, sons fricativos, /b/ prolongado, *humming*, firmeza glótica, constrição labial e fonação em tubos, as mais estudadas foram a técnica de vibração sonorizada de língua ou lábios e a técnica de fonação em tubos. No entanto, torna-se difícil a comparação de seus resultados em função dos diferentes desenhos metodológicos utilizados em cada estudo.

ABSTRACT

This study has as its theme the exercise with semi-occluded vocal tract (SOVTE) and tries to summarize and to organize, through review of literature, information about physical and anatomophysiology notions underlying SOVTE and its different types, through description, clinical applicability, restrictions, time of performance, effects and effectiveness. The SOVTE is performed with vocal tract occlusion which modifies the acoustic impedance and generates retroflex resonance, which repels the vocal folds during vibration, reduces the risks of trauma and balances sub- and supraglottic pressure, with vocal economy; types: tongue and lips vibration; fricative sounds, prolonged /b/, humming, glottic firmness, lips constriction and tube-phonation; they are used in vocal disorders, including hipernasality, in warming and improving vocal practice; phonation in immerse tube with 15cm water should only be used in cases of hypokinetic dysphonia; there is no scientific definition regarding the runtime; the generated positive effects are the improvement of proprioception, of vocal perceptive-auditory and acoustic aspects, and of vocal tract changes; studies performed with magnetic resonance imaging and computed tomography verified vocal tract modifications after the tube-phonation technique, such as more extensive central area, firm closure of the velopharyngeal sphincter, decreased velopharyngeal sphincter area, vertical epiglottis, posterior tongue elevation, expansion of the cross-sectional oropharynx and oral cavity areas; studies about the effectiveness of SOVTE were not found.

KEYWORDS: Voice; Voice Training; Voice Quality

■ REFERÊNCIAS

1. Pinho SMR. Fisiologia da fonação. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM. Tratado de fonoaudiologia. São Paulo: Roca; 2005.
2. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Azevedo R, Gielow I, Rehder MI. Aperfeiçoamento vocal e tratamento fonoaudiológico das disfonias. In: O livro do especialista. Rio de Janeiro: Revinter; 2008.p. 409- 519.
3. Titze IR. Voice training and therapy with a semi-occluded vocal tract: rationale and scientific underpinnings. J Speech Language Hearing Research. 2006;49(2):448-59.
4. Laukkanen AM, Pulakka H, Alku P, Vilkman E, Hertegard S, Lindestad P, et al. High-speed registration of phonation-related glottal area variation during artificial lengthening of the vocal tract. Logop Phoniatr Vocol. 2007; 32(4):157-64.
5. Gaskill CS, Erickson ML. The effect of a voiced lip trill on estimated glottal closed quotient. J Voice. 2008;22(6):634-43.
6. Sampaio M, Oliveira G, Behlau M. Investigação de efeitos imediatos de dois exercícios de trato vocal semiocluido. Pró-fono. 2008; 20(5):261-6.
7. Schwarz K, Cielo CA. Modificações laringeas e vocais produzidas pela técnica de vibração sonorizada de língua. Pró-Fono. 2009;21(2):161-6
8. Azevedo LL, Passaglio KT, Rosseti MB, Silva CB, Oliveira BFO, Costa RC. Avaliação da performance vocal antes e após a vibração sonorizada de língua. Rev Soc Bras Fonoaudiol. 2010;15(3):343-8.
9. Laukkanen AM, Horáček J, Krupa P, Svec JG. The effect of phonation into a straw on the vocal tract adjustments and formant frequencies. A preliminary MRI study on a single subject completed with acoustic results. Biomedical Signal Processing and Control. 2011. In press.

10. Laukkanen AM, Titze IR, Hoffman HH, Finnegan E. Effects of a semiocluded vocal tract on laryngeal muscle activity and glottal adduction in a single female subject. *Folia Phoniatr Logop.* 2008;60(6):298-311.
11. Cordeiro GF, Montagnoli AN, Nemr NK, Menezes MHM, Tsuji DH. Comparative analysis of the closed quotient for lip and tongue trills in relation to the sustained vowel /ε/. *J Voice.* 2010. In Press.
12. Titze I. How to use the flow-resistant straws. *J Singing.* 2002; 58(5):429-30.
13. Titze I. Nonlinear source-filter coupling in phonation: Theory. *J. Acoust. Soc. Am.* 2008; 123(5):2733-49.
14. Titze I, Riede T, Popolo P. Nonlinear source-filter coupling in phonation: Vocal exercises. *J Acoust Soc Am.* 2008;123(4):1902-15.
15. Dalmont JP. Acoustic impedance measurement art I: a review. *J Sound and Vibration.* 2001;243(3):427-39.
16. Titze IR Acoustic Interpretation of Resonant. *J Voice.* 2001;15(4):519-28.
17. Siracusa MGP, Oliveira G, Madazio G, Behlau M. Efeito imediato do exercício de sopro sonorizado na voz do idoso. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2011;23(1):27-31.
18. Story BH, Laukkanen AM, Titze IR. Acoustic impedance of an artificially lengthened and constricted vocal tract. *J Voice.* 2000;14(4):455-69.
19. Bele IV. Artificially lengthened and constricted vocal tract in vocal training methods. *Logoped Phoniatrics Vocol.* 2005;30(1):34-40.
20. Gaskill CS, Quinney DM. The effect of resonance tubes on glottal contact quotient with and without task instruction: a comparison of trained and untrained voices. *J Voice.* 2011. In press.
21. Titze IR, Phonation Threshold Pressure Measurement With a Semi-Occluded Vocal Tract. *J Speech Language Hearing Research.* 2009; 52(1):1062-72.
22. Pinho SMR. Tópico em voz. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2001.
23. Barros APB, Carrara-de angelis E. Métodos de Avaliação e Diagnóstico da Laringe e Voz. São Paulo: Lovise; 2002.
24. Vampola T, Laukkanen AM, Horacek J, Svec JG. Vocal tract changes caused by phonation into a tube: a case study using computer tomography and finite-element modeling. *J Acoust Soc Am.* 2011;129(1):310-5.
25. Simberg S, Laine A. The resonance tube method in voice therapy: description and practical implementations. *Rev Logopedics Phoniatrics Vocology.* 2007; 32(4):165-70.
26. Titze IR, Laukkanen AM. Can vocal economy in phonation be increased with an artificially lengthened vocal tract? A computer modeling study. *Logopedics Phoniatrics Vocology.* 2007;32(4):147-56.
27. Menezes MHM, Ubrig-Zancanella MT, Cunha MGB, Cordeiro GF, Nemr K, Tsuj DH. The relationship between tongue trill performance duration and vocal changes in dysphonic women. *J Voice.* 2011;25(4):167-75.
28. Guzmán M, Higuera D, Fincheira C, Muñoz D, Guajardo C. Efectos acústicos inmediatos de una secuencia de ejercicios vocales con tubos de resonancia. *Rev CEFAC.* 2011. In press.
29. Menezes MH, Duprat AC, Costa HO. Vocal and laryngeal effects of voiced tongue vibration technique according to performance time. *J Voice.* 2005;19(1):61-70.
30. Bueno TC. Técnica de vibração de língua: aspectos do aprendizado, dos efeitos acústicos e do trato vocal e da face. 2006. 174f. Dissertação (Mestrado em fonoaudiologia)-Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.
31. D'Avila H, Cielo CA, Siqueira MA. Efeitos da técnica fonoterapêutica de fricativo sonoro /Z/ na voz: análise de um caso. *Soc Bras Fonoaudiol.* 2005; 10(4):232-5.
32. D'Avila H, Cielo CA, Siqueira MA. Som fricativo sonoro /Z/: Modificações vocais. *Rev CEFAC.* 2010;12(6):915-24.
33. Costa CB; Costa LHC; Oliveira G; Behlau M. Efeitos imediatos do exercício de fonação no canudo. *BJORL.* 2011;77(4):461-5.
34. Vieira TPG, Fouquet ML, Murata CJM, Gonçalves AJ. Utilização da técnica de firmeza glótica nas laringectomias parciais horizontais supracríóides. Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia. 2008.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462013005000041>

Recebido em: 31/01/2012

Aceito em: 13/06/2012

Endereço para correspondência:

Joziane Padilha de Moraes Lima

Rua Alfredo Tonetto nº 404

Residencial Novo Horizonte – Camobi

Santa Maria – RS

CEP: 97110-802

E-mail: jozimoraeslima@gmail.com